



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사학위논문

**북한관련 뉴스가
한국 주식시장에 미치는 영향**

2019년 8월

서울대학교 대학원
경제학부 경제학 전공
김시연

국문초록

본 논문에서는 시계열 분석의 한 방법인 SV(Stochastic Volatility) 모형을 통해서 북한관련 뉴스가 한국 주식시장, 남북경협주의 주가에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 북한관련 뉴스로는 가장 큰 사건인 북핵 실험과 남북 정상회담을 선정하였고, 해당 사건들에 대한 경제주체들의 반응을 나타내는 변수로 빈도(frequency)가 개선된 구글 검색지수가 사용되었다. 분석 결과, 남북 정상회담은 주식시장과 남북경협주에 영향이 없는 것으로 나타났고, 북핵 실험 중에서는 2 차와 5 차에서 유의미한 부정적 영향이 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 북핵 실험, 남북 정상회담, 북한 리스크, 주식시장, 남북경협주

학번 : 2015-22507

목차

I. 서론	3
II. 본론	5
1) 북한관련 뉴스 변수 : 구글 검색지수	5
2) 실증분석 : SV(Stochastic Volatility) 모형	7
3) 분석 결과	8
III. 시사점 및 한계점	12
참고문헌	14
Appendix 1	15
Appendix 2	20

I. 서론

한반도는 남과 북이 휴전 상태로 대치하는 분단국가로서의 지정학적 리스크를 지니고 있다. 특히 6차에 걸친 북핵 도발은 북핵 리스크로 거론되며 실질적으로 한국 금융시장과 한국 사회의 각 분야에 부정적인 영향을 끼칠 것이라는 목소리가 높다. 한편 지난 해인 2018년 3차례에 걸친 남북 정상회담이 개최되면서 남북관계에 새로운 바람이 일었다. 이처럼 북한관련 뉴스는 금융시장과 한국 사회의 각 분야에 언제나 큰 이슈거리가 되어왔다.

이 논문에서는 2004년부터 2019년 5월까지 있었던 북한관련 뉴스 중 가장 큰 뉴스인 1차-6차 북핵 실험과 남북 정상회담이 한국 주식시장과 남북경협주에 어떤 영향을 미쳤는지 분석하였다.

이전의 연구들은 단변량 분석과 회귀분석을 이용하여 북한 리스크가 한국 주식시장과 남북경협주, 방위산업주에 어떤 영향을 미치는지 살펴보거나(안희중과 전승표, 2010) 북한 관련 사건들을 분류하여 선정한 후 더미변수를 이용한 event study의 방법으로 금융시장에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다.(Kim and Roland, 2011) 한편 Huh and Pyun(2017)의 논문에서는 금융시장에 대한 북핵의 영향을 알아보기 위해 북핵 리스크의 지표로 구글 검색지수를 사용하였다. 구글 검색지수(Search Volumn Index : SVI)는 검색 키워드에 대해 경제 주체들이 인터넷으로 검색한 정도를 계량화하여 만든 것으로서 검색량의 절대적 수치가 아닌 검색기간 내 최소값 0에서 최대값 100으로 표현된 상대적 수치로 나타난다. 이는 경제주체들이 북핵 리스크에 민감하게 반응하는 정도를 측정하여 반영한 변수로서 모형 분석에 이용되었다.

이 논문에서는 구글 검색지수를 이용하여 2004년부터 2019년 5월까지 북한관련 뉴스 중 북한 핵실험과 남북 정상회담이 한국 주식시장에 어떤 영향을 미치는지

분석하였다. 특히 Huh and Pyun(2017)에서는 주별 구글 검색지수 데이터를 이용하였는데, 본 연구에서는 주별 데이터의 한계점을 개선한 일별 데이터를 이용하여 더 높은 빈도(frequency)로 연구의 정확도를 높였다. 이 논문에 사용된 구글 검색지수 데이터에 관한 설명은 다음 장에서 더 자세히 다룰 예정이다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장 본론에서는 북한관련 뉴스 지표로 사용된 구글 검색지수에 대한 소개와 개선된 점을 소개한다. 그 후 실증분석과 분석 결과를 제시한다. 3장에서는 이 논문의 시사점과 한계점에 대해 서술한다.

II. 본론

1) 북한관련 뉴스 변수 : 구글 검색지수

이 장에서는 북한관련 사건 변수로 이용된 구글 검색지수에 대해 자세히 설명하고자 한다. 구글 검색지수는 Google trends 사이트에서 이용 가능하며 2004년 자료부터 제공되고 있다. 이 사이트에서 해당 키워드와 검색기간, 세부분류를 설정하여 검색하면 검색기간 내에서의 검색수치가 0에서 100까지의 상대적 수치로 나타난다.

북한관련 뉴스의 키워드로는 북한 핵실험과 남북 정상회담을 사용하였다. 핵실험과 남북 정상회담 외에도 북한의 군사도발, 남북의 화합행사 등 많은 뉴스가 있지만 북한관련 뉴스 중 긍정적 사건과 부정적 사건의 대표적인 뉴스는 핵실험과 남북 정상회담이다. 따라서 주식시장에도 이 두 사건이 가장 핵심적인 영향을 미칠 것이라 생각했기 때문에 두 사건을 검색지수의 핵심 키워드로 선정했다. 검색 키워드의 대표성을 위해 북핵 실험의 경우 북핵, 북핵 실험, 북한 핵실험 3가지 키워드의 평균값을 이용했고, 남북 정상회담의 경우 남북 정상회담, 정상회담, 남북 회담 3가지 키워드의 평균값을 이용했다. 이는 편주현과 허인(2014)에서 구글 검색지수 키워드를 선정한 방식과 동일한 것이다.

그런데 구글 검색지수의 경우, 검색기간이 7개월 이상으로 설정되면 일별 데이터가 아닌 주별 혹은 월별 데이터로 변환되어 산출된다. 때문에 2004년에서 최근인 2019년 5월까지를 연구기간으로 설정한 이 논문에서는 일별 데이터를 이용한 분석이 어려워진다. 따라서 본 연구에서는 구글 검색지수 데이터가 만들어지는 원리를 이용하여 2004년에서 2019년 5월까지의 15년 기간 일별 데이터를 생성하였다.¹ 일별 데이터를

¹ <https://medium.com/@bewerunge.franz/google-trends-how-to-acquire-daily-data-for-broad-time-frames-b6c6dfe200e6>에서 소개된 방법을 참고하였다.

산출한 과정은 다음과 같다. 먼저 연구기간인 2004년에서 2019년 5월로 검색기간을 설정하면 월별 데이터를 얻는다. 그 다음 2004년 1월부터 2019년 5월까지 각 달로 한 달씩 기간을 설정하여 각 달의 데이터를 얻는다. 이 경우 검색기간이 한 달이기 때문에 각 달의 데이터를 일별로 얻을 수 있다. 세 번째, 앞서 얻은 각 달의 일별 데이터에 처음에 얻은 월별 데이터의 각 월의 값을 곱하여 스케일링한 후 2004년 - 2019년 5월 전체 기간의 일별 데이터를 얻는다.

〈그림1〉은 1차에서 6차에 걸친 북핵 실험에 대한 구글 검색지수를 나타낸 것이다. 북핵 실험의 경우, 1차 핵실험에서 가장 높은 값을 보인다. 북핵 실험에 대한 대중의 관심도가 1차 때 가장 높았던 것이다. 그러나 이후 핵실험에서는, 일정한 규칙성을 가지고 감소하는 것은 아니지만 1차에 비해 경제주체들의 관심도가 많이 하락한 것을 볼 수 있다. 특히 4차 북핵 실험은 개성공단 폐쇄를 야기하는 등 남북관계가 이전보다 악화되었는데도 구글 검색지수 값은 작게 나왔다. 개성공단 폐쇄 등과 같은 정치적으로 중요한 사건이 있었음에도 불구하고 이미 여러 차례 북한의 도발을 경험했던 대중들의 반응은 미지근했던 것으로 보인다. 〈그림2〉는 2007년과 2018년에 성사된 남북 정상회담에 대한 구글 검색지수이다. 2007년 남북 회담에 비해 10년의 공백기를 거친 후 2018년 4월에 성사된 남북 정상회담에 대한 관심은 뜨거운 것으로 나타났다. 다만 정상회담에 대한 관심의 지속도는 2007년의 정상회담이 좀더 길었던 것으로 나타났다. 핵실험과 정상회담 모두 각 사건 당일 검색수치가 가장 높았고, 사건마다 조금씩 차이를 보이지만 사건 전에 대중의 관심이 오르기 시작하는 예열단계를 거치다가 사건 이후 일정 시간이 지나면 제자리로 돌아오는 과정을 거치고 있다.

〈그림3〉과 〈그림4〉는 주가지수와 북핵 실험, 남북 정상회담 구글 검색지수를 함께 그려본 것이다. 이를 보면 남북 관련 뉴스가 주가시장의 흐름을 바꾸는 중요한 변수라고 보긴 어렵지만, 순간적 혹은 단기적으로 주식시장에 영향을 미칠 수 있다는 것을

추측해볼 수 있다.

2) 실증분석 : SV(Stochastic Volatility) 모형

이 논문에서 사용한 시계열 분석의 한 종류인 SV(Stochastic Volatility) 모형의 기본 형태는 다음과 같다.

$$(1) y_t = e^{\frac{h_t}{2}} \cdot u_t, u_t \sim iid N(0,1)$$

$$(2) h_{t+1} = \mu + \phi(h_t - \mu) + \sigma_\omega \omega_{t+1}, \omega_t \sim iid N(0,1), t = 1, \dots, T$$

log volatility h_t 는 stationary AR(1) process를 따른다. $|\phi| < 1$

u_t : measurement & sampling error

ω_t : variation in volatility dynamic

여기서 식(1)은 mean equation으로, 금융시장에서는 수익률을 나타낸다. 식(2)는 variance equation으로, 금융시장에서는 변동성 즉 리스크를 나타내며 volatility equation이라고 부르기도 한다. 금융시장 분석에 많이 이용되는 ARCH류 모형과 달리 위 두 식인 observation과 latent volatility 부분에 각각 random process가 존재하여 더 현실적이고 유동적이라는 의견이 있다. SV 모형의 자세한 추정방법은 Appendix 1에 나와있다.

이 논문에서 사용된 SV 모형은 다음과 같다.

$$y_t = constant + a \cdot Google + b \cdot Exchange + c \cdot Call + d \cdot Dow + e \cdot SENSEX + f$$

$$\cdot BOVESPA + g \cdot \text{경기동행지수} + i \cdot \text{경기선행지수} + e^{\frac{h_t}{2}} \cdot u_t$$

$$h_{t+1} = \mu + \rho(h_t - \mu) + \sigma_\omega \omega_{t+1}, \omega_t \sim iidN(0, 1), t = 1, \dots, T$$

Variance equation은 SV 모형의 기본형태를 사용했고, mean equation에는 모형의 기본 형태에 독립변수를 추가했다. 여기서 종속변수 y_t 로 KOSPI 지수, KOSDAQ 지수, 남북경협주 주가를 사용했다. 그리고 이에 영향을 미칠 수 있는 금융시장(주식, 채권, 환율) 변수를 반영하기 위해 북한관련 뉴스의 변수로 이용된 구글 검색지수와 환율, 콜금리, 다우지수, 신흥국 주가지수인 인도와 브라질 주가지수, 경기동행지수, 경기선행지수가 포함되었다. 미국 주식시장과 브라질 주식시장은 한국과 만나질 정도의 시차가 존재하므로, 다우존스와 BOVESPA의 경우 하루 전 값을 한국 날짜에 대입하여 사용하였다. 이 연구의 주요 관심사는 구글 검색지수의 coefficient인 a 값을 추정하는 것이다.

KOSPI 지수, KOSDAQ 지수, 환율, 콜금리, 경기선행지수와 경기동행지수는 한국은행 경제통계시스템(ECOS)의 것을 사용하였고 Dow 지수, SENSEX, BOVESPA는 Yahoo Finance의 것을 이용하였다. KISVALUE에 나온 남북경협주들의 종가 합을 사용했고, 연구기간인 2004 - 2019년 5월 기간에 새로 포함된 경협주나 중간에 사라진 경협주는 제외하였다. 남북경협주 선정 목록은 NH 투자증권, 한국투자금융, 하나투자금융의 테마주 남북경협주 목록 참조하였다. 남북경협주 목록은 <표1>에 나타나있다.

3) 분석 결과

2004년-2019년 5월까지 일어났던 1차-6차 북핵 실험과 남북 정상회담에 대해 각 사건을 기준으로 전과 후 3개월씩 총 6개월을 하나의 사건에 대한 분석 기간으로 잡았다. 이렇게 설정한 이유는, 사건 발생 전 대중의 관심이 고조되기 시작하는 단계와 사건 발생 이후 대중의 관심이 식어가는 과정을 충분히 포함하기 위해서이다. 또한 SV 모형에서 통상적으로 데이터 개수가 100개 이상이 되어야 오차항의 정규분포 가정이 유효하다고 알려져 있다. 때문에 6개월 기간을 설정할 경우 주말과 공휴일을 제외한 데이터의 개수가 100개를 충분히 넘게 되므로 타당한 분석이 된다. 남북정상회담의 경우, 특히 2018년에는 3차례에 걸친 연속된 정상회담이 있었기 때문에 회담에 대한 대중의 관심이 연속적으로 지속되었기 때문에 4월 정상회담 전 3개월부터 9월 정상회담 후 3개월까지 11개월을 하나의 기간으로 묶어 분석을 진행했다..

〈표3〉과 〈표4〉는 각각 KOSPI, KOSDAQ, 남북경협주에 대한 북핵 실험과 남북 정상회담의 영향을 분석한 결과표이다. X 표시는 영향이 없음을 나타낸다. 그리고 1% 혹은 10%로 표시된 것은 1% 또는 10%에서 유의미한 영향이 있었음을 나타낸다. 괄호 안의 (-)는 음의 방향, 즉 부정적인 영향이 있었음을 뜻한다.

북핵 실험의 경우, 2차와 5차 북핵실험에서 주가에 유의미한 영향이 나타났고 나머지 북핵 실험에서는 북핵 뉴스의 영향이 나타나지 않았다. 2차 핵실험에서 KOSPI에 10% 유의수준에서, 경협주에 1% 유의수준에서 부정적인 영향이 나타났고, 5차에서는 KOSDAQ과 남북경협주에 10% 유의수준에서 부정적인 영향이 나타났다. 남북 정상회담의 경우 2007년과 2018년 모두 영향이 없는 것으로 나타났다.

북핵 실험이 2차와 5차를 제외하고는 전반적으로 주가에 별다른 영향을 미치지 못했다.

이를 보면 투자자들이 계속되는 북한의 도발에 대해 내성이 생겼음을 뜻한다.² 즉 북한에 대한 투자자들의 축적된 경험이 주식시장에서의 불안감을 제거해버린 것이다. 그러나 북핵 문제는 여전히 현재 진행형이며, 돌발 변수가 발생할 경우 투자심리 위축 등 언제든지 다시 주가에 영향을 미칠 수 있다. 다른 때와 달리 2차와 5차에서 주식시장에 영향이 나타난 것도 이와 관련 지을 수 있다.

2차 북핵 실험 당시 이명박 정권은 금강산 관광객 피살 사건 등으로 남북관계 및 남북교류가 급격하게 악화되어 있는 상황이었다.³ 그런 상황에서 1차 때보다 5배 강력해진 북핵 실험에 대해 한국 정부와 미국의 강경한 대응을 보였으므로 당시 주식시장도 급격히 악화된 상황에 충격을 받은 것으로 보인다. 이후 계속되는 3, 4차 북핵 실험에도 시장과 한국 정부, 미국의 반응은 큰 진전이 없었다. 그러나 5차 핵실험 때는 박근혜 정부와 미국의 강경한 대응이 이루어졌다. 이에 따라 5차 때 주식시장에서도 동요가 일어나고 영향이 나타난 것으로 보인다. 결론적으로, 북핵 리스크가 대부분 영향이 없는 것으로 나타나지만, 북핵 리스크가 시간이 갈수록 줄어들거나 완전히 사라진 것이 아니며, 앞으로도 언제든지 돌발변수나 그 때의 상황에 따라 유의미한 영향이 나타날 수도 있다는 것으로 추측할 수 있다.

남북 정상회담의 경우, 회담이 일어났을 때 일시적으로 주가가 상승하긴 하지만 결국엔 주식시장에 별다른 영향이 없었다. 결과로 미루어보아 북핵 리스크는 시장에 부정적인 영향을 미치기도 하지만, 회담과 같은 긍정적 뉴스는 주식시장에 별다른 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

² <http://www.hani.co.kr/arti/economy/finance/810074.html>와 <https://www.mk.co.kr/news/home/view/2003/01/13271/>의 기사를 참고하였다.

³ <http://m.raythep.com/Special/Ranking/View/14622>의 기사를 참고하였다.

〈그림5〉와 〈그림6〉은 각각 북핵 실험과 남북 정상회담에 대한 KOSPI의 변동성을 나타내며, 〈그림7〉과 〈그림8〉은 각각 북핵 실험과 남북 정상회담에 대한 KOSDAQ의 변동성을 나타낸다. 이를 비교하면 전반적으로 KOSDAQ은 KOSPI에 비해 변동성이 더 크고 등락의 빈도가 더 높음을 알 수 있다. 북한관련 사건들이 일어났던 시점에 변동성이 증가하는 것으로 보이지만, 북한관련 뉴스가 직접적으로 변동성에 영향을 준 것인지는 알 수 없다. 이후 3장에서 이 논문의 한계점으로 자세히 다루어지겠지만, 변동성에 대한 분석도 향후 연구에서 더 자세히 이루어져야 할 것이다. 결국 〈그림5〉-〈그림8〉을 보면 북한관련 뉴스가 주식시장 변동성에 가장 큰 변화와 충격을 일으키는 핵심적인 변수라고 할 수는 없지만, 사건 시점과 해당 기간의 변동성에 유의미한 영향을 일으킬 수도 있는 변수라고 추측해볼 수 있다.

III. 시사점 및 한계점

이 논문에서는 2004년부터 2019년 상반기 사이에 일어난 북핵 실험과 남북 정상회담과 같은 북한관련 사건들이 한국 주식시장에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다. 북한관련 뉴스가 검색된 상대적 수치인 구글 검색지수 데이터의 빈도를 개선하여 1-6차 핵실험과 2007년, 2018년에 성사된 남북 정상회담에 대한 영향을 각각 분석하였다.

분석 결과, 정상회담은 주식시장에 영향을 주지 않았고, 북핵의 경우 2차와 5차에서 부정적인 영향이 나타났다. 북한관련 뉴스의 대부분이 영향이 없었음을 보면 대중들이 북한관련 사건 특히 북핵 리스크에 내성이 생겼음을 알 수 있다. 그러나 2차와 5차 핵실험에서 유의미한 영향이 나타난 것을 보면, 돌발 변수나 예기치 못한 상황에 따라 또다시 시장에 영향을 줄 수도 있음을 추측할 수 있다.

본 연구는 북한 핵관련 리스크를 측정하는 지표인 구글 검색지수를 사용하고 이 데이터의 빈도를 개선하여 북한관련 사건이 한국 주식시장에 대한 영향을 알아보았다는 점에서 기여가 있지만, 몇 가지 한계점이 존재한다. 먼저, 이 연구는 구글 데이터가 존재하는 2004년부터 2019년 5월까지를 분석기간으로 보았다. 그런데 1차 핵실험은 2006년이기에 이 연구의 분석기간에 포함되었지만 NPT 탈퇴(1993, 1차 북핵 위기) 등 북핵 리스크가 한국 주식시장에 큰 충격으로 다가온 초기의 사건들은 분석기간에 포함되지 못하였다. 또한 남북 사이에 일어난 역사적인 첫 정상회담 또한 2000년이므로 이 연구의 분석기간에 포함되지 못하였다. 그러므로 본 논문은 실질적으로 한국 주식시장에 큰 영향을 주었을 수도 있는 초기의 북한관련 사건을 모두 포괄하지 못했다는 한계가 있다. 또한 북한관련 사건 같은 정치적 사건들은 진행과 파급경로, 그에 따른 경제주체들의 반응은 복잡한데 그것을 구글 검색지수만으로

단순화하기에는 부족함이 있다. 세 번째, 남북관련 뉴스는 주식 시장에서 수익률뿐만 아니라 SV 모형의 volatility equation에 해당되는 변동성 부분도 중요하게 다루어져야 하는데, 본 논문에서는 이 변동성에 대한 영향 분석이 미흡했다. 이후 연구에서는 주식시장의 변동성 부분에 대한 영향을 고려해 분석할 뿐만 아니라, 북한관련 사건을 모두 포함할 북한관련 뉴스 지표에도 개선이 필요할 것이다.

참고문헌

- 안희중, 전승표(2010), "남북관계 관련 뉴스가 주식시장에 미치는 영향." 한국금융연구원 한국 경제의 분석 16.2.
- 이근영, "북한 핵관련 뉴스가 국내주식 및 외환시장에 미치는 영향,"(2006), 동북아 경제연구, 18 권 1 호: 61-90.
- 편주현, 허인(2014). "북한의 핵관련 리스크가 우리 금융시장에 미친 영향." 동북아경제연구 26.4:175-196
- Casella, G., & George, E. I. (1992). Explaining the Gibbs sampler. *The American Statistician*, 46(3), 167-174.
- Chib, S., & Greenberg, E. (1996). Markov chain Monte Carlo simulation methods in econometrics. *Econometric theory*, 12(3), 409-431.
- Gelfand, A. E., & Smith, A. F. (1990). Sampling-based approaches to calculating marginal densities. *Journal of the American statistical association*, 85(410), 398-409.
- Geman, S., & Geman, D. (1987). Stochastic relaxation, Gibbs distributions, and the Bayesian restoration of images. In *Readings in computer vision* (pp. 564-584). Morgan Kaufmann.
- Huh, I., and Pyun, J. H. (2018). Does Nuclear Uncertainty Threaten Financial Markets? The Attention Paid to North Korean Nuclear Threats and Its Impact on South Korea's Financial Markets. *Asian Economic Journal*, 32(1), 55-82.
- Jacquier, E., Polson, N. G., & Rossi, P. E. (2002). Bayesian analysis of stochastic volatility models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 69-87.
- Kastner, G. (2019). Dealing with stochastic volatility in time series using the R package stochvol. arXiv preprint arXiv:1906.12134.
- Kim, Byung-Yeon, and Gérard Roland(2011), "Are the Markets Afraid of Kim Jong-Il?".

Kim, S., Shephard, N., & Chib, S. (1998). Stochastic volatility: likelihood inference and comparison with ARCH models. *The review of economic studies*, 65(3), 361–393.

Appendix 1

1. 베이지안 추정

SV 모형에서 추정하고자 하는 parameter는 $\mu, \varnothing, \sigma_\omega, h$ 이며 베이지안 추정방법을 이용한다. 이 모형에 사용된 기본 베이지안 추정식은 다음과 같다,

$$p(\theta, h|y) \propto p(y|\theta, h)p(h|\theta)p(\theta)$$

여기서 여기서 θ 는 h 를 제외한 나머지 parameter인 $\mu, \varnothing, \sigma_\omega$ 을 말한다. 위 식은 각각 Joint posterior density, full conditional likelihood function, conditional distribution of state variable과 joint distribution of model parameters를 의미한다. 그러나 high dimension의 문제로 인해 joint posterior distribution으로부터 parameter들을 직접적으로 추정하는 것이 불가능하므로, MCMC의 방법 중 하나인 Gibbs sampling을 이용하여 conditional posterior로부터 표본을 추출한다.

먼저 h 를 제외한 나머지 parameter인 $\mu, \varnothing, \sigma_\omega$ 을 구하는 과정을 설명하고자 한다. Baye's rule에 따르면 SV 모형의 $\mu, \varnothing, \sigma_\omega$ 각각의 conditional posterior는 다음과 같다.

$$p(\varnothing|y, \mu, h, \sigma_\omega^2) \propto p(h|\mu, \varnothing, \sigma_\omega^2)p(\varnothing)$$

$$p(\sigma_\omega^2|y, \mu, \varnothing, h) \propto p(h|\mu, \varnothing, \sigma_\omega^2)p(\sigma_\omega)$$

$$p(\mu|y, \sigma_\omega^2, \varnothing, h) \propto p(h|\mu, \varnothing, \sigma_\omega^2)p(\mu)$$

위 식은 각각 Posterior , likelihood, prior을 의미한다. Prior는 다음과 같이 가정한다.

$$p(\sigma_\omega^2) \sim \text{IG}(\alpha_0, \beta_0), \quad p(\varnothing) \sim N(\alpha_\varnothing, \beta_\varnothing^2)I_{(-1,1)}(\varnothing), \quad p(\mu) \sim N(\alpha_\mu, \beta_\mu^2)$$

Likelihood는 다음과 같이 가정한다.

$$p(h|\mu, \varnothing, \sigma_\omega^2) = p(h_1|\mu, \varnothing, \sigma_\omega^2) \prod_{t=1}^{T-1} p(h_{t+1}|h_t, \mu, \varnothing, \sigma_\omega^2)$$

앞서 가정한 prior와 likelihood를 대입하여 구한 각 parameter의 conditional posterior는 다음 분포를 따른다. 이렇게 최종적으로 구해진 μ , \varnothing , σ_ω 의 posterior distribution으로부터 각 parameter의 표본 값들을 추출한다.

$$p(\sigma_\omega^2|y, \mu, \varnothing, h) \propto \text{IG}(\widehat{\alpha}_\sigma, \widehat{\beta}_\sigma)$$

$$p(\varnothing|y, \mu, h, \sigma_\omega^2) \propto N(\widehat{\alpha}_\varnothing, \widehat{\beta}_\varnothing^2)I_{(-1,1)}(\varnothing)$$

$$p(\mu|y, \sigma_\omega^2, \varnothing, h) \propto N(\widehat{\alpha}_\mu, \widehat{\beta}_\mu^2)$$

$$\widehat{\alpha}_\sigma = \alpha_\sigma + \frac{T}{2}, \quad \widehat{\beta}_\sigma = \beta_\sigma + \frac{1}{2} \left[\sum_{t=1}^{T-1} (h_{t+1} - \mu - \varnothing(h_t - \mu))^2 + (h_1 - \mu)^2(1 - \varnothing)^2 \right]$$

$$\widehat{\alpha}_{\varnothing} = \widehat{\beta}_{\varnothing}^2 \left(\frac{\sum_{t=1}^{T-1} (h_{t+1} - \mu)(h_t - \mu)}{\sigma_{\omega}^2} + \frac{\alpha_{\varnothing}}{\beta_{\varnothing}^2} \right), \quad \widehat{\beta}_{\varnothing}^2 = \left(\frac{\sum_{t=1}^{T-1} (h_t - \mu)^2 - (h_1 - \mu)^2}{\sigma_{\omega}^2} + \frac{1}{\beta_{\varnothing}^2} \right)^{-1}$$

$$\widehat{\alpha}_{\mu} = \widehat{\beta}_{\mu}^2 \left(\frac{h_1(1-\varnothing^2) + (1-\varnothing) \sum_{t=1}^{T-1} (h_{t+1} - \varnothing h_t)}{\sigma_{\omega}^2} + \frac{\alpha_{\mu}}{\beta_{\mu}^2} \right), \quad \widehat{\beta}_{\mu}^2 = \left(\frac{1-\varnothing^2 + (T-1)(1-\varnothing)^2}{\sigma_{\omega}^2} + \frac{1}{\beta_{\mu}^2} \right)^{-1}$$

h_t 를 추출하는 과정은 좀 더 복잡하다. h_t 의 추출은 accept-reject의 과정을 따른다.

h_t 의 Baye's theorem은 다음과 같다.

$$p(h_t|y, h_{-t}, \theta) \propto p(y_t|h_t, \theta)p(h_t|h_{-t}, \theta), \quad t = 1, \dots, T$$

위 식의 우변을 보자. 먼저 h_t 와 h_{t+1} 에 앞서 소개한 SV 모형의 variance equation을 적용하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$p(h_t|h_{-t}, \theta) = p(h_t|h_{t-1}, h_{t+1}, \theta) = p_N(h_t|\alpha_t, \beta^2)$$

$$\alpha_t = \mu + \frac{\varnothing\{(h_t - \mu) + (h_{t+1} - \mu)\}}{(1+\varnothing^2)}, \quad \beta^2 = \frac{\sigma_{\omega}^2}{1+\varnothing^2}$$

여기서 $p(x|a, b)$ 는 평균이 a , 분산이 b 인 정규분포를 뜻한다. 둘째, $p(y_t|h_t, \theta)$ 에 로그를 취하면 다음과 같다.

$$\log p(y_t|h_t, \theta) = -\frac{1}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} h_t - \frac{y_t^2}{2} \exp(-h_t) = \text{const} - \log f^*(y_t, h_t, \theta)$$

α_t 근처에서 $\exp(-h_t)$ 에 대해 Taylor expansion을 적용하면

$$\log f^*(y_t, h_t, \theta) \leq -\frac{1}{2}h_t - \frac{y_t^2}{2}\{\exp(-\alpha_t)(1 + \alpha_t - h_t \exp(-\alpha_t))\} = \log g^*(y_t, h_t, \theta)$$

$p(h_t|h_{-t}, \theta) = p_N(h_t|\alpha_t, \beta^2)$ 이므로

$$p(h_t|h_{-t}, \theta)f^*(y_t, h_t, \theta) \leq p_N(h_t|\alpha_t, \beta^2)g^*(y_t, h_t, \theta)$$

우변에 조작을 가하면

$$p_N(h_t|\alpha_t, \beta^2)g^*(y_t, h_t, \theta) \propto p_N(h_t|\alpha_t^*, \beta^2), \quad \alpha_t^* = \frac{\beta^2}{2}(y_t^2 \exp(-\alpha_t) - 1)$$

$p(h_t|y, h_{-t}, \theta)$ 로부터 h_t 를 추출하는 accept-reject 과정을 간단히 요약하면 다음과 같다.

For $t=1, \dots, T$

- (1) $p_N(h_t|\alpha_t^*, \beta^2)$ 로부터 h_t^* 를 추출한다.
- (2) $U \leq f^*(y_t, h_t^*, \theta)/g^*(y_t, h_t^*, \theta)$ 이면 accept하고 $h_t = h_t^*$ 로 둔다. 그렇지 않을 경우 step (1)로 돌아가서 이 과정을 반복한다.

2. Gibbs Sampling

앞서 구한 각 parameter들의 conditional posterior로부터 순차적으로 표본추출하는 방법이 바로 Gibbs sampling이다. Gibbs sampling 알고리즘의 순서는 다음과 같다.

1) 각 parameter들의 초기값 h^0, μ^0, ϕ^0 와 $\sigma_{\omega}^{2^0}$ 를 설정한다.

2) $g=1, \dots, G$ 와 $t=1, \dots, T$ 에 대해

- $p(h_t | y, h_{<t}^g, h_{>t}^{g-1}, \mu^{g-1}, \phi^{g-1}, \sigma_{\omega}^{2^{g-1}})$ 로부터 h_t^g 을 추출한다

- $p(\sigma_{\omega}^2 | y, h^g, \mu^{g-1}, \phi^{g-1})$ 로부터 $\sigma_{\omega}^{2^g}$ 을 추출한다

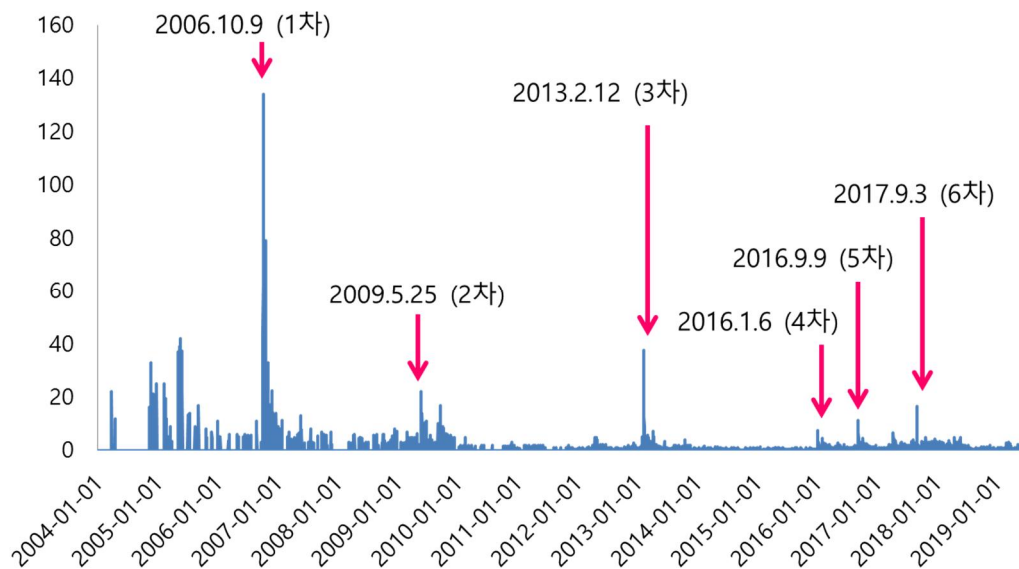
- $p(\phi | y, h^g, \sigma_{\omega}^{2^g}, \mu^{g-1})$ 로부터 ϕ^g 을 추출한다

- $p(\mu | y, h^g, \phi^g, \sigma_{\omega}^{2^g})$ 로부터 μ^g 을 추출한다

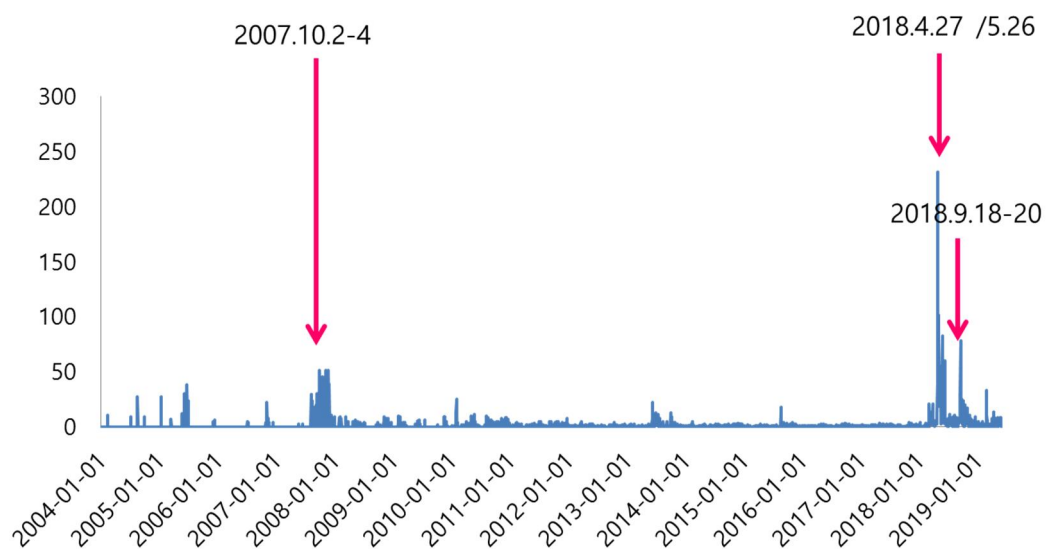
위 과정을 반복하면 parameter 값들의 sequence가 만들어지는데, 이는 Markov process를 따른다. Markov process는 현재 상태가 한기 이전의 과거 상태에 의존하는 것을 말한다. 여기서 구한 Markov process의 transition kernel을 구한다. 이 Markov Chain은 결국 equilibrium distribution으로 수렴하게 되는데 이 분포가 바로 우리가 찾고자 하는 parameter들의 joint distribution이다. 이 joint distribution에서 추출한 각 parameter들의 sample mean이 바로 parameter들의 estimate이다. 이 논문은 mean equation의 기본형태에 독립변수들을 추가한 것이므로 독립변수들의 coefficient가 추정하고자 하는 parameter로 추가된 형태이다.

Appendix 2

〈그림1〉 구글 검색지수 : 북핵 실험



〈그림2〉 구글 검색지수 : 남북 정상회담



〈그림 3〉 북핵 실험과 주가지수



〈그림 4〉 남북 정상회담과 주가지수



〈표1〉 남북경협주 목록

현대건설(주)	남광토건(주)	삼부토건(주)
(주)경농	(주)조비	롯데정밀화학(주)
(주)녹십자홀딩스	한국석유공업(주)	(주)녹십자
(주)일신석재	(주)신원	현대상선(주)
(주)인디에프	한국전력공사	현대엘리베이터(주)
인지컨트롤스(주)	남해화학(주)	자화전자(주)
(주)에이스침대	(주)스페코	삼천리자전거(주)
(주)아난티	(주)제이에스티나	(주)양지사
(주)좋은사람들	재영솔루텍 ^(주) (ABW)	

〈표2〉 기초통계량

	KOSPI	KOSDAQ	남북경협주 ⁴	환율	물금리
평균	1754.22	580.44	549120.9	1101.13	2.75
표준편차	435.02	122.67	164477.6	98.92	1.16
왜도	-0.65	0.29	-0.63	0.62	0.48
첨도	2.63	2.73	2.96	5.14	2.15
표본 수	3814	3814	3814	3829	3829
	Dow	BOVESPA	SENSEX	경기동행지수	경기선행지수
평균	14645.1	54198.01	19529.12	88.9	87.42
표준편차	4829.11	16941.25	8791.8	12.94	14.83
왜도	0.29	0.001	0.3	0.05	0.25
첨도	2.9	2.96	2.3	1.82	1.88
표본 수	3878	3813	3792	183	183

⁴ 남북경협주 주식들의 증가의 합을 사용하였다.

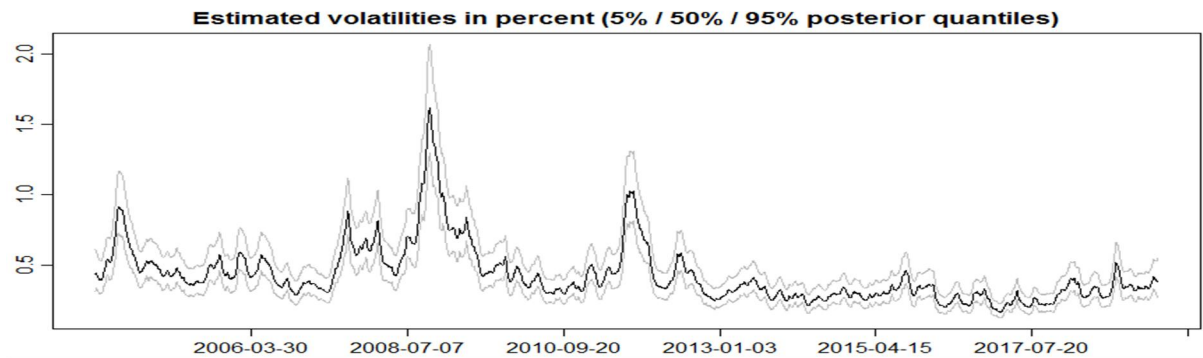
〈표3〉 1차-6차 복핵 실험과 주식시장

	1차	2차	3차	4차	5차	6차
KOSPI	x	10% (-)	x	x	x	x
KOSDAQ	x	x	x	x	10% (-)	x
경협주	x	1% (-)	x	x	10% (-)	x

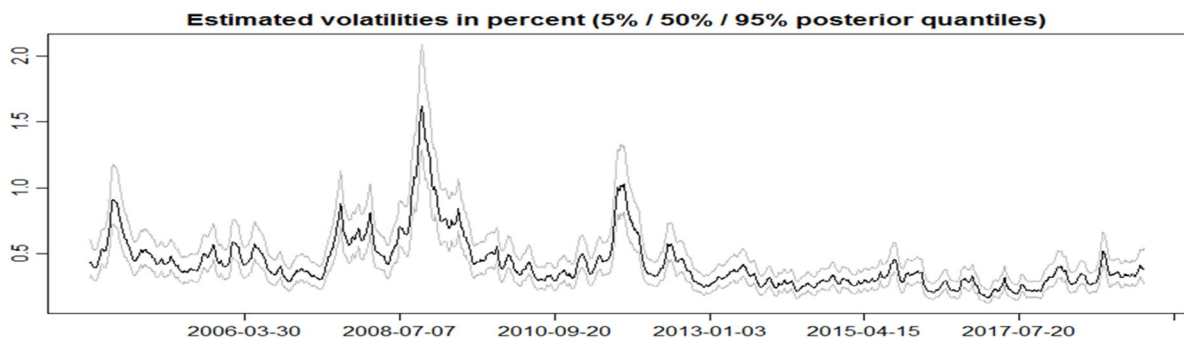
〈표4〉 남북 정상회담과 주식시장

	1차	2018년
KOSPI	x	x
KOSDAQ	x	x
경협주	x	x

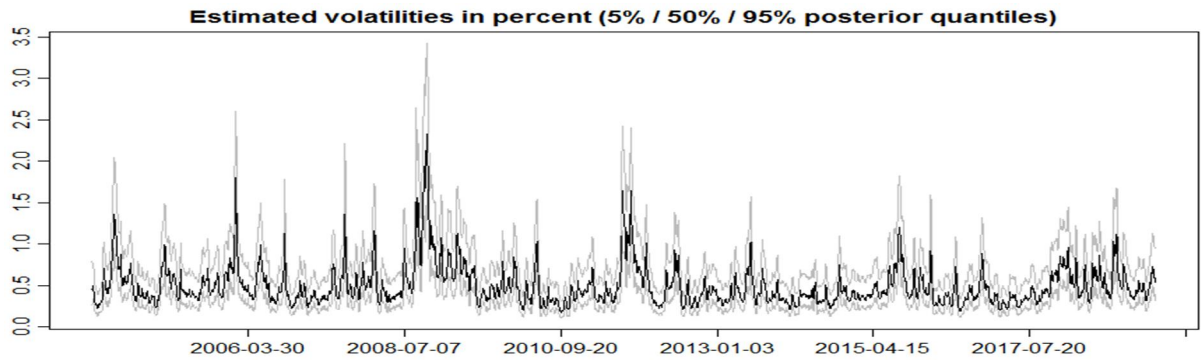
〈그림5〉 KOSPI의 변동성과 복핵 실험



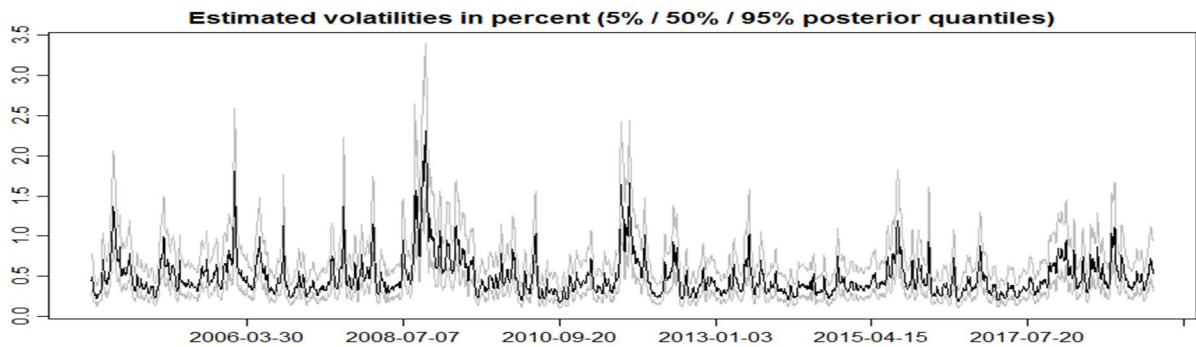
〈그림6〉 KOSPI의 변동성과 남북 정상회담



〈그림7〉 KOSDAQ의 변동성과 복핵 실험



〈그림8〉 KOSDAQ의 변동성과 남북 정상회담



Abstract

In this study, I practiced an analysis of the impact of Inter-Korean news on Korean stock market and Economic cooperation stocks, using Stochastic Volatility model analysis which is one of time-series methodologies. As the most influential and representative Inter-Korean news, two keywords, 'North Korea nuclear experiment' and 'Inter-Korean summit' were selected and revised frequency data of Google Index was utilized to represent the Inter-Korean news. As a result, it was confirmed that Inter-Korean summit has no impact on Korean stock market but the 2nd and 5th North Korea nuclear experiment has negative impact on Korean stock market and Economic cooperation stocks.

Key words : North Korea nuclear experiment, Inter-Korean summit, North Korean risk, Economic cooperation stocks

Student Number : 2015-22507